

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011244648 **Image available**

WPI Acc No: 1997-222551/ 199720

XRPX Acc No: N97-183993

Thrust magnetic bearing apparatus for holding rotation shaft in predetermined position - has demagnetisation device which supplies demagnetisation current to residual magnetic bundle of electromagnet, residual magnetic bundle degausses when demagnetisation current is supplied to it

Patent Assignee: TOSHIBA KK (TOKE)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 9068221	A	19970311	JP 95221908	A	19950830	199720 B

Priority Applications (No Type Date): JP 95221908 A 19950830

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 9068221	A		6 F16C-032/04	

Abstract (Basic): JP 9068221 A

The apparatus (11) has a displacement sensor (15) which determines the displacement of a rotary shaft (12) from its predetermined position. A controller (16) controls the attraction of an electromagnet (14a,14b) to the rotary shaft by providing a control signal according to the displacement amount of the shaft.

The residual magnetic bundle of the electromagnet is degaussed when a demagnetisation device (23) supplies demagnetisation current to it.

ADVANTAGE - Simplifies composition of demagnetisation device since it shares power amplifier with magnetic bearing. Efficiently degausses residual magnetic bundle since demagnetisation device provides maximum demagnetisation current. Stabilises demagnetisation operation since magnetic flux density proportionate to demagnetisation current is stably generated. Improves working efficiency since suction operation is not performed during decomposition by which generation of large magnetic attraction power when restarting is not controlled.

Dwg.1/4

Title Terms: THRUST; MAGNETIC; BEARING; APPARATUS; HOLD; ROTATING; SHAFT; PREDETERMINED; POSITION; DEMAGNETISE; DEVICE; SUPPLY; DEMAGNETISE; CURRENT; RESIDUE; MAGNETIC; BUNDLE; ELECTROMAGNET; RESIDUE; MAGNETIC; BUNDLE; DEMAGNETISE; CURRENT; SUPPLY

Derwent Class: Q62; X25

International Patent Class (Main): F16C-032/04

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): X25-L06

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-68221

(43) 公開日 平成9年(1997)3月11日

(51) Int.Cl.⁴
F16C 32/04

識別記号 庁内整理番号

F I
F16C 32/04

技術表示箇所
A

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全6頁)

(21) 出願番号 特願平7-221908

(22) 出願日 平成7年(1995)8月30日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 橋場 豊

三重県三重郡朝日町大字繩生2121番地 株式会社東芝三重工場内

(72) 発明者 高山 典幸

三重県三重郡朝日町大字繩生2121番地 株式会社東芝三重工場内

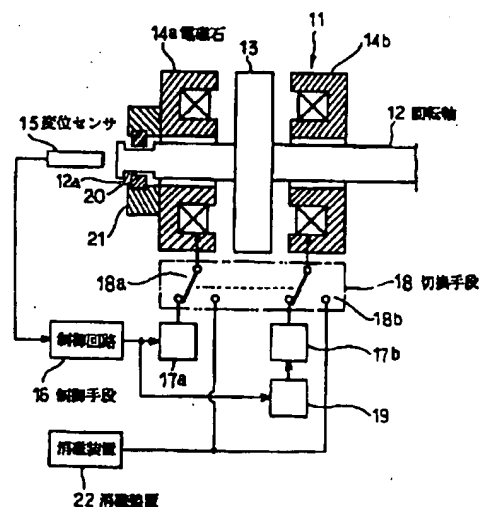
(74) 代理人 弁理士 佐藤 強

(54) 【発明の名称】 磁気軸受装置

(57) 【要約】

【課題】 磁気軸受動作を停止したときに電磁石に発生する残留磁束を、次の起動時までには解消して確実に起動できるようにする。

【解決手段】 回転軸12に強磁性材製のスラスト円盤13が固定されている。電磁石14a、14bはスラスト円盤13を挟んで対向する位置に配置される。回転軸12の軸方向の位置は変位センサ15により検出され、制御装置16に位置検出信号を与える。制御装置16は、スラスト円盤13の変位に応じて電磁石14a、14bの吸引力を制御して所定位置に保持するようになる。消磁装置22は、切換スイッチ18a、18bを介して電磁石14a、14bに接続可能とされ、磁気軸受の制御停止時に減衰振動する消磁電流を供給して消磁動作を実施し、電磁石14a、14bの残留磁束を消磁する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転軸の所定位置からの変位を変位センサにより検出し、その変位量に応じて制御手段により制御信号を与えることにより電磁石による前記回転軸に対する吸引力を制御してその回転軸を非接触状態で所定位置に保持するようにした磁気軸受装置において、前記電磁石に対して残留磁束を消磁するための消磁電流を供給可能な消磁装置を設けたことを特徴とする磁気軸受装置。

【請求項2】 前記電磁石に対して前記回転軸を保持する制御動作と前記消磁装置による消磁動作とを切換可能な切換手段を設け、

この切換手段を前記電磁石による前記回転軸の制御動作を停止した時点で前記消磁装置側に切り換えて消磁動作を行なわせるように構成したことを特徴とする請求項1記載の磁気軸受装置。

【請求項3】 前記消磁装置による消磁動作は、対向配置される前記電磁石に対して同時に消磁電流を供給して、それら対向する電磁石により生成される磁束の磁路が閉回路をなすように制御されるように構成されていることを特徴とする請求項1または2記載の磁気軸受装置。

【請求項4】 前記消磁装置による消磁動作は、対向配置される前記電磁石のうちの一方毎に行うように構成されていることを特徴とする請求項1または2記載の磁気軸受装置。

【請求項5】 前記電磁石への電流を前記消磁装置および前記制御手段から与えられる信号に応じて供給する電力増幅回路を設けたことを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の磁気軸受装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転軸の所定位置からの変位を変位センサにより検出し、その変位量に応じて制御手段により制御信号を与えることにより電磁石による前記回転軸に対する吸引力を制御してその回転軸を非接触状態で所定位置に保持するようにした磁気軸受装置に関する。

【0002】

【発明が解決しようとする課題】従来の磁気軸受装置を図4に示す。図にはスラスト磁気軸受装置を示している。回転軸1には磁性材料からなるスラスト円盤2が固定されている。このスラスト円盤2を挟んで対向する位置に所定間隔を有して電磁石3a、3bが設けられている。回転軸1の一端部側には変位センサ4が配設されており、軸方向に沿った変位を検出してその位置検出信号を制御回路5に与えるようになっている。この場合、変位センサ4は、回転軸1との間の距離が大きくなる程、位置検出信号の値が大きくなるように構成されている。制御回路5は、電磁石3a、3bに与えるべき励磁電流

を変位センサ4からの位置検出信号に基づいて設定するもので、電磁石3aにはパワーアンプ6aを介して接続され、電磁石3bには位相反転回路7およびパワーアンプ6bを直列に介して接続されている。

【0003】また、回転軸1の両端部には径小な軸受部1aが形成されており（一方のみ図示）、この軸受部1aは補助軸受8により保持されるようになっている。この場合、補助軸受8は、取付金具9により電磁石3a側に固定されている。そして、補助軸受8は、通常の使用状態では回転軸1と接触しないように配設されていて、スラスト方向に対してはスラスト円盤2と電磁石3a、3bとの間のエアギャップの1/2程度のエアギャップが設定されるように設けられ、ラジアル方向に対しては図示しないラジアル磁気軸受のエアギャップの1/2程度のエアギャップが設定されるように設けられている。そして、ラジアルあるいはスラスト磁気軸受による保持状態が停止された場合には、回転軸1はこの補助軸受8により支持されるようになり、その支持状態で回転軸1およびスラスト円盤2は電磁石3a、3bあるいはラジアル磁気軸受とは接触しないようになっている。

【0004】上記構成によれば、回転軸1の変位は変位センサ4により検出されており、例えば回転軸1の軸方向の位置が所定位置よりも遠ざかると、変位センサ4は距離に応じた位置検出信号を出力するようになる。制御回路6は位置検出信号が入力されると、これに基づいて制御信号を生成して出力する。この場合、回転軸1のスラスト円盤2が所定位置から離れている場合には、遠ざかっている側の電磁石3aあるいは3bの吸引力を大きくするように制御信号を出力する。

【0005】これにより、パワーアンプ6aにおいては、電磁石3aに対して例えば所定位置に吸引して戻すように励磁電流を流すようになり、パワーアンプ6bにおいては、電磁石3aとは位相が反転した制御信号が位相反転回路7を介して与えられることにより、電磁石3bに対して吸引力を減じるように励磁電流を流すようになる。そして、スラスト円盤2が所定位置に戻ると、電磁石3a、3bからは同等の吸引力となるように励磁電流が与えられるようになる。

【0006】この場合、スラスト磁気軸受の電磁石3a、3bが発生する磁気吸引力は、それらと対向しているスラスト円盤2との間のエアギャップに発生される磁束密度の2乗に比例することが一般的に知られている。ところが、実際に発生する磁束密度は、電磁石3a、3bあるいはスラスト円盤2に使用する材料の磁化特性によって異なるヒステリシス特性を持っているため、次のような不具合がある。

【0007】すなわち、通常、磁気軸受装置においては、電磁石に対して一方向に通電する構成とし、その通電電流の大きさを制御することにより磁気吸引力を制御している。したがって、磁気軸受の制御動作を停止した

3

ときには、電磁石3a、3bおよびスラスト円盤2は残留磁束が生じた状態となり、磁気吸引力が残った状態になってしまう。この結果、回転軸1は、この残留磁束に起因して発生する磁気吸引力のために補助軸受8の隙間で、電磁石3a、3bのうちの残留磁束が大きい側に片寄って停止することになる。

【0008】すると、次に制御動作を開始したときには、スラスト円盤2に近い側の電磁石3a、3bは残留磁束による磁気吸引力が残っているため、逆に遠くに位置する電磁石3a、3bにその残留磁束に起因する磁気吸引力に打ち勝つだけの磁気吸引力を発生させる必要がある。ところが、補助軸受に設けられたエアギャップは磁気軸受側のエアギャップの1/2の寸法であるから、停止時の片寄りが最大である場合には、スラスト円盤2の位置が電磁石3a、3bの一方に対してエアギャップの1/2、他方に対して3/2程度となり、この結果、両者の距離の比が3倍も異なる場合が起こり得る。

【0009】一方、電磁石により発生可能な吸引力はスラスト円盤2との間のエアギャップの距離の2乗に反比例するから、場合によっては、残留磁束による磁気吸引力に打ち勝つだけの磁気吸引力を発生させることができなくなることがある。すると、スラスト磁気軸受を起動させることができなくなり、回転軸1の回転を非接触状態で保持できなくなる不具合がある。

【0010】また、何らかの理由によって磁気軸受装置を分解する必要が生じた場合に、上述したような残留磁束に起因した磁気吸引力があると、分解時に電磁石3aまたは3bのいずれかに近接しているスラスト円盤2がその磁気吸引力によりさらに近接位置に引き寄せられることになり、その吸引力はさらに大となって、分解作業が不能となる虞がある。

【0011】本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、その目的は、電磁石への通電を停止したときに電磁石の残留磁束に起因した磁気吸引力をなくして、次に動作させる場合に制御不能に陥ることを防止し、且つ、分解作業時に電磁石と回転軸とが吸着状態となることを防止して分解作業を妨げないようにした磁気軸受装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、回転軸の所定位置からの変位を変位センサにより検出し、その変位量に応じて制御手段により制御信号を与えることにより電磁石による前記回転軸に対する吸引力を制御してその回転軸を非接触状態で所定位置に保持するようにした磁気軸受装置を対象とするものであり、前記電磁石に対して残留磁束を消磁するための消磁電流を供給可能な消磁装置を設けて構成したところに特徴を有する。

【0013】上記構成によれば、電磁石に電流を供給して回転軸を非接触で保持する制御動作を停止した状態では、電磁石に発生している残留磁束に起因して不要な磁

4

気吸引力が残るが、消磁装置を動作させることにより電磁石に消磁電流を供給して消磁させることができるようになる。これによって、残留磁束に起因した磁気吸引力を略ゼロにすることができるようになり、次に動作させる場合に制御不能に陥ることを防止することができ、また、分解作業時には電磁石と回転軸とが吸着状態となることも防止でき分解作業を効率良く実施できるようになる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1の実施例について、図1および図2を参照しながら説明する。図1は磁気軸受装置としてのスラスト磁気軸受装置11を示すもので、回転軸12に固定されたスラスト円盤13を非接触状態で所定位置に保持するようにしたものである。すなわち、回転軸12には、磁性材料からなるスラスト円盤12が強固に固定されている。このスラスト円盤13には、これを挟んで対向する位置に所定間隔を存した状態で電磁石14a、14bが配設されている。

【0015】回転軸12には、軸方向の変位を検出する変位センサ15が一端側に所定間隔を存して設けられている。そして、この変位センサ15は、回転軸12との間の距離に比例した大きさの位置検出信号を出力するようになっている。制御回路16は、この変位センサ15から位置検出信号が与えられるようになっており、その信号に基づいて電磁石14a、14bに対する制御信号を出力するようになっている。

【0016】電力増幅回路であるパワーアンプ17a、17bは、それぞれ切換スイッチ18a、18bを介して電磁石14a、14bに対する励磁電流を与えるもので、パワーアンプ17aは制御回路16から制御信号が与えられるようになっており、パワーアンプ17bは位相反転回路19を介して制御回路16から制御信号が与えられるようになっている。この場合、位相反転回路19は、例えば、制御回路16から電磁石14aに対して磁気吸引力を増大させる制御信号が出力されているときには、それに応じて電磁石14bの磁気吸引力を減少させる制御信号となるように位相を反転させてパワーアンプ17bに与えるように構成されているものである。

【0017】また、回転軸12の両端部には径小に形成された軸受部12aが形成されており（一方のみ図示）、この軸受部12aは補助軸受20により保持されるようになっている。この補助軸受20は、取付金具21により電磁石14a、14bと一体になるように固定されており、磁気軸受装置11の使用状態では回転軸12と接触しないように配設されている。

【0018】この場合には、スラスト方向にはスラスト円盤13と電磁石14a、14bとの間に設定されるエアギャップに対して1/2程度のエアギャップが設定されるように設けられ、ラジアル方向には図示しないラジアル磁気軸受のエアギャップに対して1/2程度のエア

50

ギャップが設定されるように設けられている。そして、磁気軸受装置11による保持動作が停止されたときには、回転軸12はこの補助軸受20により支持されるようになり、回転軸12は電磁石14a、14bあるいは図示しないラジアル磁気軸受装置と接触しないように構成されている。

【0019】消磁装置22は、電磁石14a、14bの消磁電流を出力するもので、切換スイッチ18a、18bを介して電磁石14a、14bに接続されている。そして、この消磁装置22は、消磁電流として時間の経過と共に振幅が小さくなる波形を有する減衰電流を生成して出力するようになっている。この場合、減衰電流の最大振幅は、磁気軸受の動作中に予想される最大磁束密度以上の磁束密度を発生する電流 I_{max} 、 $-I_{max}$ の大きさとなるように設定されている。

【0020】なお、切換スイッチ18a、18bは、図示しない制御手段により切換設定されるようになっており、磁気軸受の制御動作を行う場合には、パワーアンプ17a、17b側に設定されており、その制御動作が停止された時点では消磁装置22側に切換設定されるようになっているものである。

【0021】次に、本実施例の作用について図2も参照して説明する。回転軸12を非接触状態で支持する磁気軸受の動作状態では、切換スイッチ18a、18bは、それぞれパワーアンプ17a、17b側に設定された状態となっている。そして、スラスト磁気軸受11においては、回転軸12の軸方向の変位は変位センサ15により検出されており、位置検出信号として出力される。例えば、回転軸12の位置が変位センサ15から遠ざかる方向に変位した場合には、制御回路16は、変位センサ15の位置検出信号に基づいて、電磁石14aによる吸引力が大となるように制御信号を出力するようになる。

【0022】これにより、パワーアンプ17aは電磁石14aによる磁気吸引力が大となるように励磁電流を供給し、パワーアンプ17bは、位相反転回路19を介して与えられる信号により、電磁石14bによる磁気吸引力が小となるように励磁電流を供給するようになる。すると、回転軸12のスラスト円盤13は電磁石14a、14bの磁気吸引力により、基準位置に戻るようにより制御される。また、回転軸12が変位センサ15に近接する方向に変位した場合には、上述と逆に、電磁石14bによる磁気吸引力が大となるように制御すると共に、電磁石14aによる磁気吸引力が小となるように制御する。この結果、スラスト円盤13は、常に基準位置に保持されるように電磁石14a、14bの磁気吸引力が制御されるようになる。

【0023】なお、図示していないラジアル磁気軸受装置についても、同様にして回転軸12の半径方向の基準位置からのずれを変位センサにより検出して電磁石を制御することにより、その磁気吸引力によって基準位置に

保持されるように制御されている。

【0024】さて、上述のようにして電磁石14a、14bに発生させるスラスト円盤13への磁気吸引力は、両者の間のエアギャップ中の磁束密度の2乗に比例しているが、発生する磁束密度は電磁石14a、14bあるいはスラスト円盤13に使用している磁性材料の磁化特性によって異なるヒステリシス特性を有しているため、これを制御すべく、通常は同極性の励磁電流を制御することにより磁気吸引力を制御している。したがって、上述の理由から、磁気軸受の制御動作を停止すると、電磁石14a、14bやスラスト円盤13には残留磁束が生じ、これによって磁気吸引力が残った状態で停止されることになる。

【0025】そこで、図示しない制御手段により、停止された時点で、切換スイッチ18a、18bが切り換えられて、電磁石14a、14bは消磁装置22側に接続されるようになる。消磁装置22は、図2に示すような消磁電流を供給するようになる。この場合、消磁電流は、前述したように、最大電流値を I_{max} として磁気軸受装置の動作中に予想される最大磁束密度以上の磁束密度を発生可能な電流値とした交流信号波形を、時間の経過と共に振幅が小さくなるようにした減衰電流を生成して出力するようになっている。

【0026】そして、このような消磁電流が切換スイッチ18a、18bを介して電磁石14a、14bに供給されると、上述した磁気軸受装置の制御動作時に比べると、電磁石14a、14bへの通電方向が同相となり、これによって、電磁石14a、14bにより形成される磁気回路は閉回路を形成するように磁束を発生するようになる。つまり、このように磁気回路を形成することで、スラスト円盤13の停止位置に無関係に磁気回路のエアギャップ長が決まることになり、磁気抵抗を一定の状態にして消磁動作を行うことができるようになるのである。

【0027】そして、図2に示す如くの消磁電流が電磁石14a、14bに供給されると、電磁石14a、14bのヨークやスラスト円盤13の残留磁束がヒステリシス特性の関係で徐々に減衰されるようになり、最終的に消磁電流がほとんどゼロになる時点で残留磁束量もゼロになる。この結果、磁気軸受装置21の停止状態では残留磁束に起因した磁気吸引力がほとんど無くなり、次に磁気軸受装置21を起動する際に残留磁束に起因する磁気吸引力に打つ勝つための大きな励磁電流を供給する必要がなくなり、無理なく起動させることができるようになる。

【0028】また、このように残留磁束が無くなることで、例えば、磁気軸受装置を分解するような場合においても、分解時に残留磁束に起因して発生している磁気吸引力でスラスト円盤13と電磁石14a、14bとがさらに強固に吸引した状態となって分解作業が手間取ると

いう不具合が解消され、作業能率が向上するようになる。

【0029】このような本実施例によれば、磁気軸受装置21による制御動作の停止状態では、消磁装置22により消磁動作を行って電磁石14a、14bおよびスラスト円盤13の残留磁束を解消できるので、磁気吸引力が残らなくなり、次に制御動作を行う場合に制御不能となることがなく、常に良好な制御動作を実施できるようになる。また、同様の理由から、分解作業時に、余分な磁気吸引力の悪影響を受けることがなくなるので作業能

率が向上するようになる。
【0030】また、本実施例によれば、消磁装置22による消磁動作時には、対向配置される電磁石14a、14bにより生成する磁束の磁気回路を閉回路として行うので、スラスト円盤13の停止位置による各電磁石14a、14bとの間のエアギャップ長が変化していても、形成される磁気回路のエアギャップ長はそれらを加えた値として常に一定にすることができるようになり、これによって発生させる磁束密度もスラスト円盤13の位置によらず一定とすることができ、常に一定の消磁効果を得ることができるようになり、安定した動作を確保することができる。

【0031】図3は、本発明の第2の実施例を示すもので、第1の実施例と異なるところは、パワーアンプ17a、17bを切換スイッチ18a、18bと電磁石14a、14bとの間に設ける構成とし、パワーアンプ17a、17bを制御回路16からの制御信号を電力増幅すると共に、消磁装置22に代えて設けた消磁装置23からの消磁信号を電力増幅するように構成したところである。

【0032】そして、このような構成の第2の実施例によっても、第1の実施例と略同様の作用効果を得ることができると共に、消磁装置23に電力増幅機能を設ける必要がなくなり、パワーアンプ17a、17bを共用することで、低コスト化が図れるようになる。

【0033】なお、この実施例においては、消磁装置23による消磁動作を電磁石14a、14bのそれぞれに対して、個々に実施するようになっており、これにより、例えば一方の電磁石14aを消磁するときには、スラスト円盤13が電磁石14a側に吸引されることにより、磁束密度が高くなり、その消磁電流による消磁効果を高めることができる。そして、他方の電磁石14bを消磁する際にも、スラスト円盤13を吸引力により引き寄せた状態で行うことができるから、磁束密度を高くした状態で実施できるようになり、全体として消磁動作の効率を高くすることができるようになる。

【0034】本発明は、上記実施例にのみ限定されるものではなく、以下のように変形あるいは拡張できる。ラジアル磁気軸受装置にも全く同様にして適用できる。切

換スイッチ18a、18bは、リレーで構成しても良いし、スイッチング素子を利用して構成しても良い。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の磁気軸受装置によれば、次のような効果を得ることができる。すなわち、請求項1記載の磁気軸受装置においては、消磁装置により磁気軸受制御動作の停止状態で電磁石や磁気回路の残留磁束を消磁することができるので、再起動時に多大な磁気吸引力を発生させて制御する必要がなくなると共に、分解作業時などにも無駄な吸着動作がなくなるので、作業性が向上する。

【0036】請求項2記載の磁気軸受装置においては、磁気軸受の制御動作の停止時点で切換スイッチを切り換えて消磁装置により消磁動作を行なわせるので、停止状態では、残留磁束による磁気吸引力の悪影響を受けることがなくなる。

【0037】請求項3記載の磁気軸受装置においては、対向配置される電磁石に磁気回路が閉回路となるように消磁電流を供給するので、電磁石に対する回転軸の位置にかかわらず常に一定のエアギャップとすることができるようになり、消磁電流に比例する磁束密度も安定して発生させることができるようになり、常に安定した消磁動作を行うことができる。

【0038】請求項4記載の磁気軸受装置においては、消磁装置により、対向配置される電磁石のそれぞれを別々に消磁動作させるので、消磁動作を行うときに回転軸との間のエアギャップを最小にすることができるようになり、少ない消磁電流により最大の消磁磁束を発生させることができ、残留磁束の消磁効果を効率的に行うことができるようになる。

【0039】請求項5記載の磁気軸受装置においては、磁気軸受の制御動作時と消磁装置による消磁動作時とのいずれの場合もパワーアンプを共用することができるようになり、消磁装置の構成を簡単にすることができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す全体構成のブロック図

【図2】消磁電流の波形図

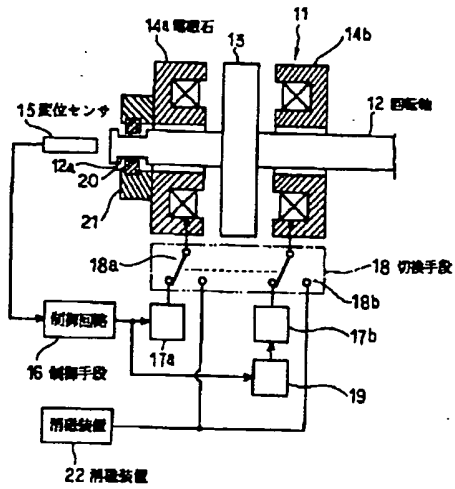
【図3】本発明の第2の実施例を示す図1相当図

【図4】従来例を示す図1相当図

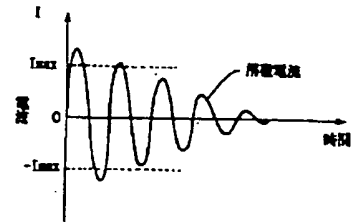
【符号の説明】

11はスラスト磁気軸受装置、12は回転軸、13はスラスト円盤、14a、14bは電磁石、15は変位センサ、16は制御装置、17a、17bはパワーアンプ（電力増幅回路）、18a、18bは切換スイッチ、19は位相反転回路、20は補助軸受、22、23は消磁装置である。

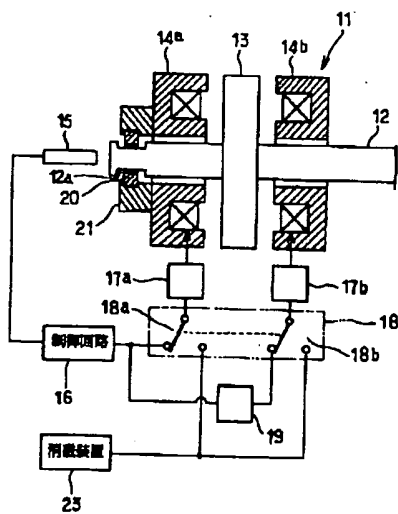
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

